

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

REMARKS

By the present amendment, claims 2 and 17 have been amended to clarify the cooperation between the retaining threshold and the truncated cone, i.e., that the retaining threshold creates a region of intimate contact of the waste with itself whereby the waste is converted into coke which is used in the truncated cone as fuel for pyrolysis of the waste. Support for this explanatory language is found in the original application, in particular on page 3, last paragraph. Also, claim 4 has been amended to correct a spelling error.

Claims 2, 4 and 16-25 are pending in the present application.

Applicant notes that in the Office Action, claims 4 and 19-25 are objected to for their dependent format, but are considered to define allowable subject matter.

However, in the Office Action, claims 2 and 16-18 are rejected under 35 U.S.C. 103(a) as obvious over US 4,060,042 to Baraldi et al. (Baraldi) in view of US 3,916,806 to Giraud (Giraud).

It is alleged in the Office Action that it would have been obvious to use the conical shape of Giraud in the incineration cylinder of Baraldi because “Giraud further discloses that the truncated conical combustion shape ‘ensures a substantially uniform speed of flow for all the constituents under treatment’ and teaches that a cylindrical form has undesirable results of incomplete destruction of the materials (col. 2, lines 30-39)” (Office Action at page 3, second paragraph).

In response to the argument made in the previous Response that Giraud teaches the conical shape in order to ensure mixing of solid and liquid waste, so that there would have been no motivation to use a conical shape for the furnace of Baraldi where the waste is completely dried before entering the incineration cylinder, it is alleged in this Office Action that “Giraud is stating an advantage to using a truncated conical part over a cylindrical formation to ensure uniform speed

of materials and have complete destruction of materials" (Office Action at page 5, second paragraph).

The rejection is again respectfully traversed. It is submitted that the excerpts from col. 2, lines 30-39 of Giraud, which are stated on pages 3 and 5 of the Office Action as the motivation to use the conical shape of Giraud in the apparatus of Baraldi, are incomplete portions of a sentence of Giraud that do not fairly report the actual teaching of the complete sentence in Giraud. The full sentence of Giraud containing these excerpts reads as follows:

The truncated conical part, the lower generatrix of which is horizontal or inclined to the horizontal, ensures a substantially uniform speed of flow for all the constituents under treatment, be they more or less viscous or liquid, in contradistinction to the known cylindrical furnace in which the flow speed differences between the more liquid compounds and less liquid materials result in excessively rapid flow time in the furnace for the most liquid refuse, which is consequently incompletely destroyed.

Giraud at col. 2, lines 30-39 (emphasis added on the portion omitted in the Office Action). It is noted that the term "all the constituents" as stated at the beginning of the sentence is qualified by the phrase "be they more or less viscous or liquid", so that the term "all the constituents" must clearly be understood in the context of furnaces for combusting "more liquid compounds and less liquid materials" as stated at the end of the sentence. Thus, Giraud's explanation regarding ensuring a "uniform speed of flow" is not taught as a general rule for any waste or any furnace, as apparently interpreted in the Office Action, but a specific statement regarding destruction of "more or less viscous or liquid" waste, with the stated goal of eliminating "the flow speed differences between the more liquid compounds and less liquid materials" of prior cylindrical furnaces.

In other words, Giraud provides a teaching regarding the advantages of a conical shape for a furnace in which liquid as well as solid waste is present, so as to ensure that the solid and liquid

constituents have a "substantially uniform speed of flow". However, Giraud is completely silent regarding a cylindrical furnace in which no liquid waste is present. For example, Giraud does not distinguish among various types of solid (dry) waste. As a result, Giraud does not provide any teaching regarding whether a conical shape would be more or less advantageous in the case of the incineration portion of the apparatus of Baraldi, in which completely dry waste is burned.

In addition, the above discussion of Giraud's teaching must be placed in the context of the overall differences between the furnace of Baraldi and the furnace of Giraud. The apparatus of Baraldi is a high temperature combustor, with a precombustion zone designed to retain liquid waste until their complete evaporation. In contrast, the apparatus of Giraud is designed to process a mixture of liquid and solid waste at a relatively lower temperature, with a preheating zone that provides heating and possibly pyrolysis of the waste prior to passing an intimate mixture of both liquid and solid waste to the combustion zone. These differences by themselves would deter a person of ordinary skill in the art from referring to Giraud in order to modify Baraldi.

Reference is made in particular to the attached excerpt of the manual "Thermal Treatment of Industrial Waste" by Antonini et al., accompanied by its partial translation, which explains fundamental differences between pyrolysis and incineration processes. For example, the document makes clear that incineration requires a large volume of gases, whereas the volume of gases in pyrolysis processes is "markedly inferior" by a factor of 2 or 3 (see Section V on page 16 of the document). This manual confirms the remark made in the previous Response that a person of ordinary skill in the art would be very reluctant to modify the cylindrical zone of Baraldi because of the need to maintain a large air flow in the incinerator. In particular, the technical distinctions made by Antonini et al. between pyrolysis and incinearation show that (i) generally, a

person of ordinary skill in the art would not be motivated refer to a low heat furnace as in Giraud to modify an incinerator as in Baraldi, and (ii) specifically, a person of ordinary skill in the art would be likely to doubt that the trunconical shape of Giraud could ensure the large air flow needed in the incinerator of Baraldi.

In summary, there would have been no motivation for a person of ordinary skill in the art to modify the furnace of Baraldi using the shape of Giraud's furnace, in view of the basic differences between the apparatuses and processes, and because Giraud teaches that a conical shape is useful only to combine liquid and solid waste, whereas there is no liquid waste in the incineration cylinder of Baraldi.

In contrast, the present inventor has found that the combination of a cylinder and a truncated cone with a region forming a retaining threshold in-between, as recited in present claims 2 and 17, makes it possible to improve considerably the efficiency of waste treatment by pyrolysis. Specifically, the retaining threshold creates a region of intimate contact of the waste with itself whereby the waste is converted into coke which is used in the truncated cone as fuel for pyrolysis of the waste, as recited in present claims 2 and 17. This feature of the present invention, and in particular the combination of a retaining threshold and a truncated cone, are completely unexpected in view of Baraldi and Giraud, since Baraldi does not attempt pyrolysis of the waste but uses a preheating zone to dry and ignite the waste prior to high-temperature combustion with excess air, and Giraud is completely silent regarding a retaining threshold. Therefore, in the absence of any motivation to combine Baraldi and Giraud, as discussed above, present claims 2 and 17 and the claims dependent thereon are not obvious over any combination of Baraldi and Giraud.

In view of the above, it is submitted that the rejection should be withdrawn.

In conclusion, the invention as presently claimed is patentable. It is believed that the claims are in allowable condition and a notice to that effect is earnestly requested.

In the event there is, in the Examiner's opinion, any outstanding issue and such issue may be resolved by means of a telephone interview, the Examiner is respectfully requested to contact the undersigned attorney at the telephone number listed below.

In the event this paper is not considered to be timely filed, the Applicants hereby petition for an appropriate extension of the response period. Please charge the fee for such extension and any other fees which may be required to our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,

WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP



Nicolas E. Seckel  
Attorney for Applicant  
Reg. No. 44,373

**Atty. Docket No.: 030790**

1250 Connecticut Avenue NW Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
Customer No.: 38834  
NES:rep

Encls.: Petition for One-Month Extension of Time  
Excerpt from Antonini et al., "Thermal treatment of industrial waste" (Lavoisier 1995)  
w/ Partial Translation

*[translation of cover page]*

Gerard Antonini

Pascal Gislais

Thermal Treatments of Industrial Waste

State of the Art

*[translation of first page]*

THERMAL TREATMENTS OF INDUSTRIAL WASTE

Study performed under the direction and for the benefit  
of the organization RE.CO.R.D. and of ADEME

by

Mr. Gerard ANTONINI  
Professor at the Technological University of Compiegne

And by Mr. Pascal GISLAIS  
Cadet International Company

London – Lavoisier Tec & Doc – New York

PARIS  
11, rue Lavoisier  
F 75384 PARIS Cedex 08

*[partial translation of second page]*

DANGER PHOTOCOPYING KILLS BOOKS

© TECHNIQUE & DOCUMENTATION – LAVOISIER, 1995  
11, rue Lavoisier. F 75384 Paris Cedex 08  
ISBN: 2-85206-996-2

*[partial translation of page 3 (Title and Section I)]*

## LOW AND MEDIUM TEMPERATURE PYROLYSIS PROCESSES

### I – INTRODUCTION

Pyrolysis of waste has raised increasing interest as a possible alternative to incineration.

This is about decomposing waste to be destroyed by the action of heat and in the absence of oxygen. One can speak about endothermal thermal decomposition of the waste (thermolysis) in an atmosphere where combustion would not be possible. By extension, we will call pyrolysis thermal decompositions of organic materials made in an atmosphere poor in oxygen, i.e., in a markedly reducing atmosphere. Potentially, this process mode for a thermal destruction of waste, compared to incineration, leads to:

- minimization of the volume of gaseous effluents,
- production of combustible gases themselves able to be further used in the form of energy/base materials,
- minimization of transport of pollutants into the gaseous phase,
- reduction of the scale of installations, enabling a return on investment of small capacity installations.

*[partial translation of page 16 (Section V)]*

### V – TYPES AND TREATMENT OF EFFLUENTS ISSUED FROM THE PROCESS

The volume of gaseous effluents issued from pyrolysis processes is markedly inferior to that of a conventional incineration process [22]. Namely:

Pyrolysis: 2,000 - 3,000 nm<sup>3</sup>/t

Incineration: 6,000 nm<sup>3</sup>/t

Pyrolysis gases can be subjected to post-combustion.

This reduced volume leads to installation costs for treatment of the fumes that are reduced from the start (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl).

In addition, the pyrolysis being conducted at lower gas speeds within the reactor, the flying rate is much lower than that of incineration. Besides, flying ashes have a larger granulometry, which facilitates downstream collecting operations. In the Pyrocal (BKMI) process, a simple multicyclone makes it possible to reach flying ash contents of 100 mg/nm<sup>3</sup>, which can be attained normally only by electrostatic filtration.

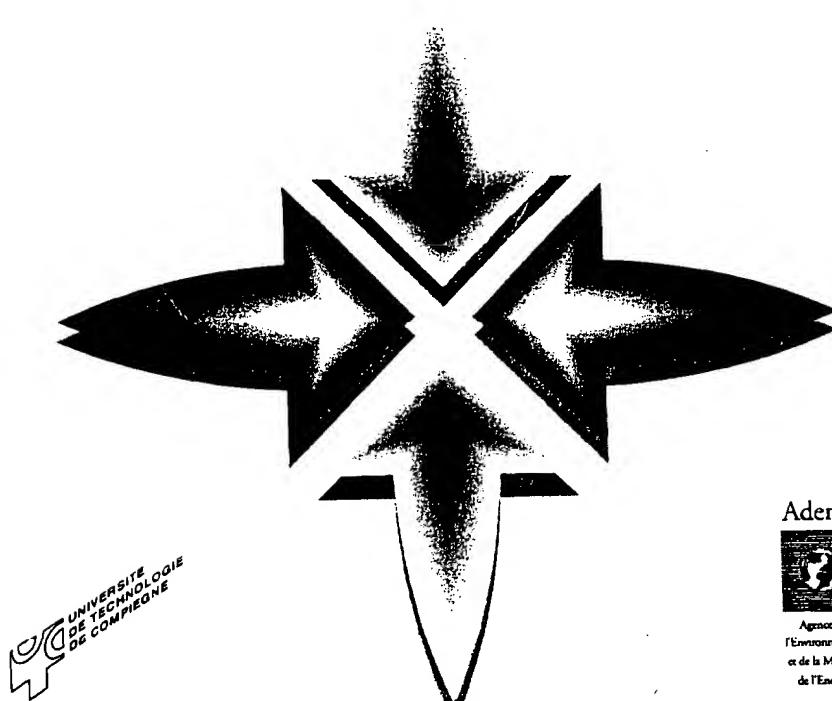
The absence of air in pyrolysis, combined with low temperature levels, leads to a minimization of NO<sub>x</sub>.

Gérard ANTONINI

■ Pascal GISLAIS

# Traitements thermiques des déchets industriels

Etat de l'art



Ademe



Agence de  
l'Environnement  
et de la Maîtrise  
de l'Energie



# **TRAITEMENTS THERMIQUES DES DÉCHETS INDUSTRIELS**

Étude réalisée sous la direction et pour le compte de  
l'association RE.CO.R.D. et de l'ADEME

par

**M. Gérard ANTONINI**  
Professeur à l'Université de Technologie de Compiègne

et par **M. Pascal GISLAIS**  
Société Cadet International

LONDRES       NEW YORK

PARIS  
11, rue Lavoisier  
F 75384 PARIS Cedex 08

# L'AS

Face à un éparpillement ce dans un souci croissant 1988 d'initier en France ur investigations sur les décl Recherches sur les Déchets

En effet, la gestion rig entreprises. Or, compte ten sements impliqués, on ne p pant parfois l'équilibre entre guer des programmes de i constant d'efficacité et c RE.CO.R.D.

Sa création est ainsi le fr d'aborder ensemble des pr taine de laboratoires unive ministère de l'Environnem recherche, le suivi du trava par l'assemblée des mem comité scientifique.

Depuis 1990, plus de 25 culent autour des différents déchets, incinération, traite giques, déchets et sols. to socio-économie.

Au terme de la réalisatio industrielle a pu être trou assurant ainsi une plus larg domaine défini. L'associati constitue ainsi une formid par l'originalité et le caraci cises. La notion de déchet potentielle de danger, mais scientifique ; le nombre cr ainsi une forte sensibilisati



© TECHNIQUE & DOCUMENTATION - LAVOISIER, 1995

11, rue Lavoisier - F 75384 Paris Cedex 08

ISBN : 2-85206-996-2

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille - 75006 PARIS), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

Mer

ADEME  
Ciments LAFARGE  
E.D.F.  
E.M.C. Services  
G.D.F.  
RENAULT  
SARP INDUSTRIES  
SOCOTEC Environn

es et le lecteur est  
idiqués en fin de

## PROCÉDÉS DE PYROLYSE BASSE ET MOYENNE TEMPERATURE

### I – INTRODUCTION

La pyrolyse des déchets suscite un intérêt grandissant comme alternative possible à l'incinération.

Il s'agit de décomposer le déchet à détruire par l'action de la chaleur et en l'absence d'oxygène. On peut alors parler de décomposition thermique (thermolyse) endothermique du déchet dans une atmosphère où la combustion ne serait pas possible. Par extension, on appellera également pyrolyse les décompositions thermiques de matière organique réalisées en atmosphère pauvre en oxygène, c'est-à-dire en atmosphère nettement réductrice. Potentiellement, ce mode de conduite d'une destruction thermique de déchet, comparé à l'incinération, conduit à :

- la minisation des volumes d'effluents gazeux ;
- l'obtention de gaz combustibles eux-mêmes valorisables sous forme énergie/matière première ;
- la minimisation des transports de polluants vers la phase gazeuse ;
- la réduction d'échelle des installations, permettant la rentabilisation d'installations de petites capacités.

### II – DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

#### 1) Généralités, type de technologie

Par procédés de pyrolyse on entend parfois des procédés de conditions souvent fort différentes. On pourra les distinguer en fonction du mode de contrôle de l'atmosphère réductrice ainsi que du niveau de température.

En l'absence stricte d'apport d'air ou d'oxygène, on parlera de conduite en dégazage de la pyrolyse, quelquefois de distillation sèche. A côté de ce mode de conduite est apparue la technique de gazéification des déchets. On entend par gazéification, des procédés de pyrolyse qui consistent à brûler une partie de la matière carbonée et à utiliser la chaleur ainsi libérée pour la pyrolyse de la matière restante. Les procédés de pyrolyse/gazéification seront vus dans un chapitre séparé.

Enfin, les procédés de destruction pyrolytique peuvent être distingués en fonction de leur niveau de température :

- pyrolyse à basse température 400-600°C
- pyrolyse à moyenne température 600-1000°C

Des procédés récents concernant la pyrolyse haute température (2 000°C) seront vus dans un chapitre séparé.

Les sous-produits formés sont en général :

- des poussières, composées principalement de noir de carbone. Ces poussières sont plus faciles à traiter qu'en incinération car elles sont généralement moins fines (températures modérées) et plus concentrées (volume gazeux limités) ;
- des gaz : constitués essentiellement de H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO et CO<sub>2</sub>. Ces gaz sont combustibles et leur pouvoir calorifique se situe entre 3000 et 5000 kcal/nm<sup>3</sup>. Il ne contiennent pratiquement pas d'oxyde d'azote du fait des températures modérées et l'atmosphère fortement réductrice des conduites en pyrolyse.

entrées d'air parasites, en particulier aux joints tournants. De fait, la marche des pyrolyseurs en surpression afin de limiter la pénétration d'air atmosphérique est inacceptable du fait des risques de dégagement de gaz toxiques à l'environnement.

Ainsi, les technologies de joints tournants, de joint d'eau et les techniques d'introduction du déchet en marche continue sont à la base de la bonne conduite.

Les fours de pyrolyse sont normalement à chauffage indirect (fumées chaudes en double enveloppe, chauffage à tube radiant, chauffage électrique).

Ils ne nécessitent en principe pas de réfractaires internes et le niveau de température impose le choix de l'alliage choisi pour le four. Des joints de dilatation sont nécessaires.

métaux lourds dans 1 fraction solide résidue

Ce faible niveau détantes de HCl, HF et le procédé BKMI ne teneurs inférieures à 1

Les procédés de py gaz et la condensation

Les résidus liquides peuvent être incinérés pyrolyse. Ils sont craquelés

Le résidu solide (c'énergie) du déchet

Composant	C le
cadmium	
mercure	
plomb	
zinc	

#### IV – TYPE DE DÉCHETS TRAITABLES ET EFFICACITÉ DE DESTRUCTION

En principe, toutes les matières organiques peuvent être soumises à pyrolyse. Dans le secteur des déchets :

- ordures ménagères, vieux pneus, boues organiques, etc.
- déchets industriels, huiles usées, plastiques, etc.

sont pyrolysables [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21].

Cependant, les produits susceptibles d'être traités en pyrolyse préférentiellement à l'incinération sont :

- les boues trop visqueuses ou abrasives pour les incinérateurs conventionnels ;
- les produits subissant des changements de phase (par exemple plastiques) ;
- les matériaux à fort taux de cendre et à cendres «légères» qui provoqueraient des envols trop importants en incinération classique ;
- les matériaux qui contiennent des sels ou des métaux fusibles ou volatilisables aux températures classiques de l'incinération ( $950 \text{ à } 1000^\circ\text{C}$ ) NaCl, FeCl<sub>3</sub>, Zn, Pb ;
- les matériaux à fort taux de chlore, soufre et azote ;
- le traitement de terres contaminées est également envisageable en pyrolyse.

#### V – TYPES ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS ISSUS DU PROCÉDÉ

Le volume des effluents gazeux issus des procédés de pyrolyse est nettement inférieur à celui d'une opération d'incinération conventionnelle [22]. A savoir :

Pyrolyse :  $2\ 000 - 3\ 000 \text{ nm}^3/\text{t}$

Incineration :  $6\ 000 \text{ nm}^3/\text{t}$

Les gaz de pyrolyse peuvent subir une post-combustion.

Ce volume réduit entraîne des coûts d'installation de traitement de fumées a priori réduits (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl).

De plus, la pyrolyse étant conduite à des vitesses de gaz faibles au sein du réacteur, le taux d'envol est très inférieur à celui rencontré en incinération. Les cendres volantes sont par ailleurs de granulométrie supérieure, rendant plus faciles les opérations de dépoussiérage aval. Dans le procédé Pyrocal (BKMI), un simple multicyclone permet d'atteindre des teneurs en cendres volantes de  $100 \text{ mg/nm}^3$ , ce qui ne peut normalement être atteint que par filtration électrostatique.

L'absence d'air en pyrolyse, jointe aux bas niveaux de température, conduit à une minimisation des NO<sub>x</sub>.

Les faibles niveaux de températures rencontrés, conduisent à des faibles départs de

#### VI – AVANTAGE

Comme on l'a vu, sur trois types de réac-

- fours verticaux
- fours rotatifs
- four à lit fluide

Chacun de ces réac-

- fours verticaux

Les principaux avan-

- simplicité de la conception
- pas de pièces mobiles
- rendement élevé

Cependant, ils présente-

- difficulté d'assurer la température
- tassement, décollement des couches
- mauvais contrôle de la température

Du fait de ces difficultés de conduite,

- fours tournants

Les principaux avan-

- bon mélange des matériaux
- coefficients élevés

Les inconvénients

- nécessité d'un système de transport continu
- forts taux de départs de cendres volantes
- fuites aux joints
- dégradation de l'atmosphère